

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

УТВЕРЖДАЮ

Председатель СПбНЦ РАН

академик



Ж. И. Алфёров

О Т Ч Е Т

по теме 79.4 ФНИ

**«РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ И СОСТОЯНИЯ БЕРЕГОВ
ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СЪЁМОК И ТЕСТОВЫХ
НАБЛЮДЕНИЙ»**

Науч. руководитель,
академик РАН

В.А. Румянцев

Санкт-Петербург

2015

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Г.н.с. д. н.



подпись

Поздняков Ш.Р. (введение,
раздел 2)


Г. н. с. д.н. Академик РАН



подпись

Румянцев В.А. (заключение,
разделы 2,4,5)

Вед. н.с. к.н.



подпись

Чичкова Е.Ф. (разделы 1,3,4)

Вед. специалист



подпись

Батаршина А.Р. (реферат,5)

Вед. специалист



подпись

Дудаков М.О. (разделы 2,4,5)

РЕФЕРАТ

Отчет 28с., 18 рис., 2 табл., 7 источников.

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ, КВАДРОКОПТЕР, ДЕШИФРИРОВАНИЕ, МНОГОСПЕКТРАЛЬНАЯ АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ГЕОПОРТАЛ, ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ, СВАЛКИ, ДАМПИНГ, ВЕРИФИКАЦИЯ ДАННЫХ, ТОКСИЧНОСТЬ.

Цель данной работы оптимизация методики выполнения контроля береговых зон и водосборного бассейна Ладожского озера.

1) Разработка методики классификации типов свалок по данным ДЗЗ :

- санкционированные полигоны ТБО ;
- несанкционированные свалки ТБО;
- строительные свалки;
- карьеры.

2) Создание банка данных опасных экологических объектов в водосборной зоне Ладожского озера с учетом данных лабораторных исследований проб воды на токсичность.

3) Использование геопортальной технологии для размещения результатов обработки аэрокосмической информации (создание карт в электронном виде и организация к ним доступа).

Проект реализован в электронном виде в геопортальной технологии «GeoMixer» с открытым доступом для заказчика работы. Зоны, определяемые как потенциальные места экологической опасности, свалок, обозначены на карте условными символами. Проведена верификация космической информации посредством натуральных полевых исследований с помощью БПЛА Dji phantom 2. Также на карте геопортала помещены фотографии, полученные в результате экспедиционных съемок при помощи квадрокоптера в зонах потенциальной опасности. Созданная электронная комплексная карта представляет собой фоновую основу для проведения мероприятий дистанционного и экспедиционного мониторинга в будущем в районе прибрежных зон Ладожского озера.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Дешифрирование космических снимков и выдача целеуказаний	6
2 Экспедиционные натурные обследования береговой части Ладожского озера и съемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА)	9
2.1 Организация и проведение полевых исследований	9
2.2 Применение БПЛА для верификации объектов	10
3 Обработка информации с БПЛА	15
4 Анализ полученных результатов	17
5 Токсикологические исследования свалок твёрдых отходов	23
Заключение	27
Список использованных источников	28

ВВЕДЕНИЕ

Выявление заброшенных полигонов и несанкционированных свалок на практике представляет серьезную проблему. Для ее решения весьма перспективным представляется использование методов дистанционного зондирования. В работе представлены результаты создания нового этапа системы обнаружения, основанной на применении космических средств, беспилотных аппаратов и проведения выборочных экспедиционных объездов.

Развитие темы «Разработка методики и оценка качества воды и состояния берегов Ладожского озера на основе космических съёмок и тестовых наблюдений», начатой в 2014 году [1], пошло по пути уточнения диагностических признаков обнаружения различных типов свалок и карьеров, а также привлечения данных о токсикологическом состоянии поверхностных вод, полученных при проведении отбора проб из ближайших к свалкам/карьером источникам воды.

В 2015 в плане продолжения работ по идентификации свалок, полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) методами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включающего в себя космическую съемку и съемку с беспилотного летательного аппарата (БПЛА), были решены следующие задачи:

- дешифрирование космических снимков и выдача целеуказаний;
- проведение маршрутных исследований и съемки с БПЛА;
- обработка информации с БПЛА;
- отбор проб воды;
- лабораторные токсикологические исследования;
- анализ полученных результатов.

1 Дешифрирование космических снимков и выдача целеуказаний

Для проведения работ по оценке качества воды и состояния берегов Ладожского озера использовались данные космических аппаратов (КА) RapidEye за период 2012-2013 гг. Данные с КА RapidEye были выбраны для отработки методики по определению состояния берегов Ладожского озера из-за оптимального соотношения цены и качества космической съемки. Подробно космическая группировка, данные RapidEye, процесс обработки информации и создания геопортального проекта «Ladoga» описаны в отчете за 2014г [1,2]. В качестве базовых слоев проекта «Ladoga» использовались мозаики космических снимков со спутника RapidEye за июль-август 2012 и 2013 года из базы данных ЦНИИ РТК [3,4,5].

В соответствии с рисунком 1.1 представлена мозаика снимков RapidEye за 2013г. на основе которой производилось дешифрирование на предмет обнаружения и идентификации свалок, карьеров. Проведенные исследования показали, что схожими спектральными характеристиками (повышенная яркость в видимом диапазоне) кроме свалок отходов (бумага, пластик, битое стекло) обладают также некоторые объекты инфраструктуры (бетон, железо, асфальт) и карьеры. Поэтому распознавание такого рода свалок в автоматическом режиме при помощи классификационных методов не представляется возможным. Дешифрирование снимков производилось визуальным способом по следующей методике:

- 1) Отбирались яркие зоны на снимках (высокие коэффициенты отражения в красном, зеленом и голубом каналах).
- 2) Отбирались менее отражающие зоны, претендующие на сельскохозяйственные, и промышленные свалки (по текстурным признакам - зернистая текстура, образующаяся за счет неровностей поверхности свалок).
- 3) Проверялась форма зон (обычно свалки достаточно компактны, полигоны ТБО имеют прямоугольную форму и четко очерчены водосточными канавами).
- 4) Учитывалось месторасположение (несанкционированные свалки расположены вдоль дорог и, как правило, отделены от дорог лесной полосой; иногда свалки расположены на карьерах или вблизи карьеров из-за подъездных дорог и хорошей доступности; рядом со свалками должны находиться города, поселки, садоводства).
- 5) Учитывалось наличие вблизи потенциальной свалки водного объекта (по тематическому заданию требовалось произвести отбор проб воды на токсикологический анализ).



Рисунок 1.1 - Базовый слой проекта «Ladoga» геопортала ЦНИИ РТК GeoMixer «RapidEye 2013» - мозаика снимков КА RapidEye за июль – август 2013, прибрежная зона Ладожского озера.

В результате для территории южного побережья Ладожского озера были определены 13 целеуказаний (рисунок 1.2) для проведения маршрутных исследований и съемки БПЛА. В качестве целеуказаний использовались координаты центральной точки обнаруженного по космической съемке объекта (таблица 1.1). К потенциально опасным объектам по результатам дешифрирования были отнесены карьеры, свалки и полигоны ТБО.

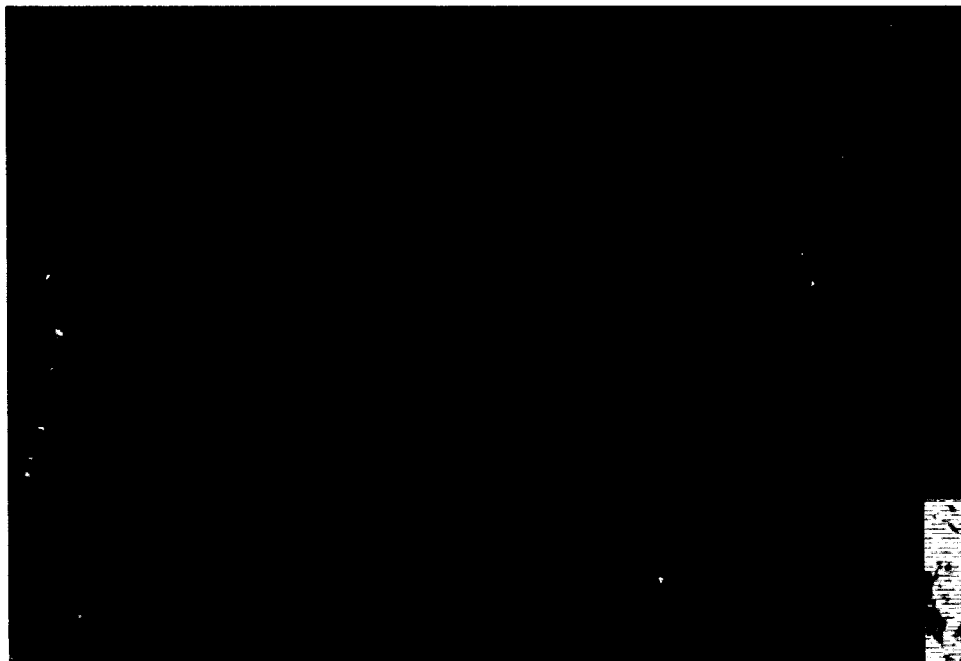


Рисунок 1.2 - Векторный слой (точки синего цвета) возможного расположения свалок.

Таблица 1.1 – Целеуказания и маршрутное описание мест расположения свалок

№	Широта / Долгота	Описание целеуказания	Маршрутное описание
1	59°52'39" N 31°20'45" E	П. Приладожский, на западе от карьера -озеро	На территории, прилегающей к съезду с мурманской трассы, обнаружено 5-6 мест сброса мусора общим объёмом 15-20 куб.м. в основном, бытового происхождения, включая автомобильные покрышки. На площади 40-50 кв.м. видны следы недавнего сжигания мусора.
2	59°51'35" N 31°26'18" E	П. Путилово, на востоке через дорогу мелкие водные объекты	Канавы сухие, пробы воды не взяты.
3	59°51'17" N 31°27'46" E	П. Путилово, по дороге на юг от точки 2, р. Рябиновка, 2 объекта-песчаный карьер (?)	Песчаный карьер, рядом водотоков нет.
4	59°50'40" N 31°27'42" E	П. Путилово, по дороге на юг от точки 3, р. Рябиновка, 3 объекта-песчаный карьер (?)	Обследуемая территория включает несколько карьеров, зафиксированы 4-5 мест сброса мусора общим объёмом 10-15 м.кв. Характер мусора - строительные отходы.
5	59°55'27" N 31°39'51" E	Свалка у дороги, река Лава	Площадка у дороги, река Лава; проба взята из реки
6	59°55'36" N 31°40'16" E	Свалка у дороги, 440 метров от точки 5	Площадка для съезда с дороги.
7	59°57'04" N 32°12'19" E	Свалка, 450 м от реки Бозловка, по дороге на точку 8	На протяжении 200 м вдоль дороги - несанкционированный сброс бытовых отходов ориентировочным объёмом - 15-20 куб.м.
8	59°57'46" N 32°07'52" E	Полигон ТБО, проезд через деревню Кисельня, река Песенка в 150 метрах на юв от полигона	Несанкционированной свалки южнее полигона ТБО не обнаружено. По данным координатам расположен небольшой сильно эфтрофированный водоём
9	-	Исключена из рассмотрения	-
10	60°07'40" N 32°35'28" E	Полигон ТБО п. Сяьстрой ЦБК (2014), по периметру ТБО на юв водоотводная канава; в 700 метрах на север река Волгонка (точка 11)	Полигон ТБО. Мест несанкционированных свалок мусора на прилегающих территориях не зафиксировано.
11	60°08'07" N 32°34'27" E	Свалка в 80 метрах от реки Волгонки.	Отгороженные складские помещения; проба воды не взята
12	60°11'46" N 32°41'29" E	Свалка п. Селиваново, реки нет	Свалка п. Селиваново, реки нет
13	60°23'34" N 33°00'00" E	Карьер, река Паша	Карьер, проба воды взята из канавы.
14	60°24'28" N 33°03'08" E	Свалка, река Кумбито	Свалка в пос. Паша, проба воды взята.

2 Экспедиционные натурные обследования береговой части Ладожского озера и съемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА)

В июне 2015 года была проведена серия полевых выездов сотрудниками Института озероведения РАН. Основная задача маршрутных исследований заключалась в верификации данных космического детектирования свалок [1,2,6,7]. В ближайших к объектам целеуказаниям (таблица 1.1) водоемам требовалось отобрать пробы воды для дальнейших токсикологических исследований.

2.1 Организация и проведение полевых исследований

Метод дешифрирования космических снимков при визуальном поиске свалок отходов на местности требует дополнительного инструментального подтверждения (верификации) данной информации, так как не всегда удается точно идентифицировать назначение и свойства объекта.

С целью оптимизации методики обнаружения свалок опасных отходов, в тестовых береговых зонах Ладожского озера по данным космической информации с заданными координатами (таблица 1) их верификации и отбора токсикологических проб сотрудники Института озероведения РАН провели серию полевых выездов. С последующей разработкой предварительных рекомендаций для проведения контроля береговых зон Ладожского озера и слежения за поступлением загрязнений от проблемных участков. Для выполнения полевых работ использовался автомобиль «УАЗ Патриот» с установленным дополнительным оборудованием для осуществления запуска, контроля, а так-же зарядки аккумуляторов БПЛА Dji phantom 2 соответствии с рисунком 2.1. Так-же был установлен контейнер для краткосрочного хранения токсикологических проб.

По прибытии в район исследований с указанными координатами, проводились наземная фотосъемка, отбор токсикологических проб ,а так-же осуществлялся запуск БПЛА Dji phantom 2. (Рисунок 2.1).



Рисунок 2.1- Наземная фиксация.

2.2 Применение БПЛА для верификации объектов

Применение БПЛА позволяет решить сразу несколько задач:

1. Оценить характер и масштаб свалки, либо объекта ошибочно выбранного по данным космической съёмки.
2. Сделать высокодетальные изображения с разных высот для последующей привязки к ГИС, наличие банка таких изображений позволяет проводить анализ развития ситуации на объекте.
3. Получать ключевые данные для улучшения дешифрирования космических снимков
4. Удалённо проводить съёмку труднодоступной территории используя БПЛА в автоматическом режиме (для используемой модели DJI Phantom 2 максимальное удаление 5-6 км.)

Почти трёхлетний опыт использования в ИНОЗ РАН БПЛА модели DJI Phantom 2 (рисунок 2.2) позволяет сделать вывод, что эта модель позволяет решать эти задачи с минимальными финансовыми и временными издержками.



Рисунок 2.2- DJI Phantom 2 Поиск GPS спутников перед взлётом.

Основные технические характеристики БПЛА

- время полёта 22-25 минут максимальная высота 1500 м;
- видеосъёмка с разрешением, 4К фото съёмка 12 Мп с возможностью менять угол наклона камеры от 0 до 120 градусов;
- автономный полёт по заранее заданным координатам и высотам;
- применение gps позволяют БПЛА автоматически компенсировать ветер до 8 м/с;
- возможность взлёта и посадки практически с любой поверхности в том числе с (на) лодки, автомобиля
- малые габариты БПЛА и быстрота подготовки к взлёту (3-5 мин);

-зарядка аккумуляторов в полевых условиях, от бортовой сети автомобиля (опыт показывает, что наличие трёх комплектов аккумуляторов позволяет выполнять полёты непрерывно).

Огромным плюсом используемой модели является ее массовость и как следствие накопленный огромный опыт эксплуатации ,ремонта

Для типизации фотографий и упрощению их дальнейшей привязки полёты проводились по единому плану согласованному с сотрудниками ЦНИИ РТК

1. Последовательная съёмка территории с высот 30м., 150м., на крупных объектах 300м., камера направлена перпендикулярно земле. для получения кадров с разным уровнем детализации и практически гарантирующее верификацию данных космического детектирования свалок. (Рисунок 2.3 а,б).

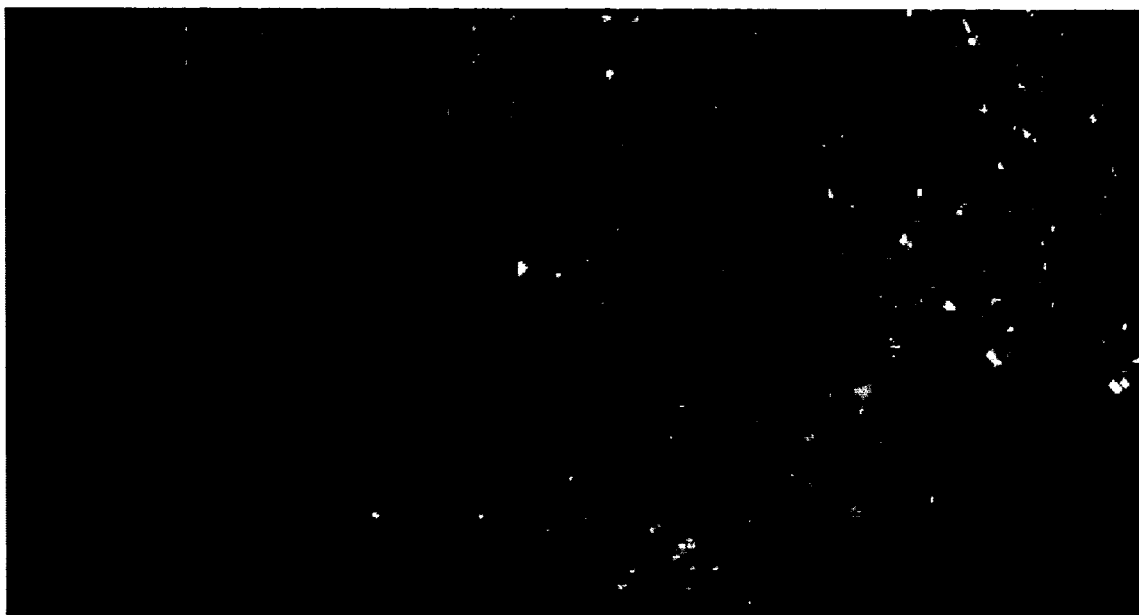


Рисунок 2.3 а - Изменение детализации с изменением высоты -30м. Свалка, река Кумбито.

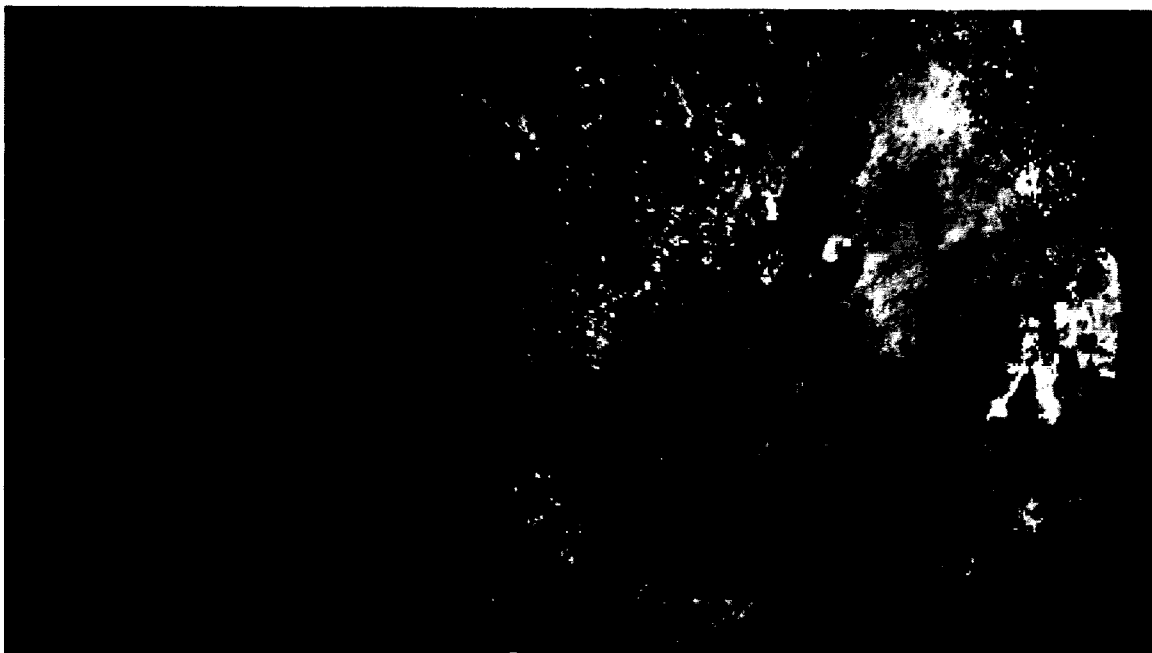


Рисунок 2.3 б - Изменение детализации с изменением высоты- 150м. Свалка, река Кумбито.

2. Подъем до высоты порядка 400-600м.(зависит от размеров объекта) камера направлена перпендикулярно земле в поле зрения камеры попадает весь объект для последующей привязки фотографий к ГИС в соответствии с рисунком 2.4.



Рисунок 2.4 - Высота 700м. Свалка, река Кумбито.

3. Аналогичная предыдущему пункту съёмка, но при этом камера направлена под углом 45-20 градусов к горизонту, что позволяет оценить и зафиксировать состояние прилегающих территорий (максимально до 30-35 км²) в соответствии с рисунком 2.5.



Рисунок 2.5 Свалка, река Кумбито Высота 650м. Угол съёмки 45 градусов.

Последовательное выполнение этих трёх этапов позволяло обследовать и фиксировать состояние тестового участка и прилегающей территории и сделать однозначный вывод о наличии либо отсутствии здесь несанкционированной свалки (свалок).

Маршрутные описания мест расположения свалок включены в таблицу 1. Из маршрутных описаний мест целеуказаний следует, что правильно обнаружены по космической съёмке 9 точек:

- 1) т. №8 и т. №10 – полигоны ТБО;
- 2) т. №7, т. №12, т. №14 – несанкционированные свалки;
- 3) т. №1, т. №3, т. №4, т. №13 – карьеры.

Не правильно были распознаны т. № 2, т. №5, т. №6. Ложные целеуказания по точкам №5 и №6 объясняются схожестью грунтовых площадок у дорог по качеству покрытия, размерам и форме с небольшими свалками. Целеуказание на точку №2 было дано ошибочно и образец будет введен в таблицу диагностических признаков, как вспаханное поле или поле под паром (рисунок 2.6). Накопление ошибочных данных в таблице диагностических признаков свалок/карьеров является частью методики распознавания. Достаточное количество образцов диагностических признаков позволит избежать подобных ошибок при определении свалок в будущем.



Рисунок 2.6 - Поле под паром, П. Путилово (т. № 2).

3 Обработка информации с БПЛА

В геопортале ЦНИИ РТК были размещены фотоматериалы, полученные в результате маршрутной аэрофотосъемки с БПЛА в южной водосборной зоне Ладожского озера в 2015 году.

Исходное изображение с БПЛА представляет собой файл формата JPG без географической привязки и ориентации на север. Операция проведения геопривязки выполнялась посредством программного обеспечения (ПО) ERDAS Imagine. Использовался инструмент «Geometric Correction» - «Polynomial» - «Keyboard only», в котором посредством ручной постановки опорных точек и задания их координат рассчитывается модель пересчета файловых пиксельных координат в координаты на местности. В качестве опорных точек выбираются объекты, координаты которых доподлинно известны. Для снимков высокого пространственного разрешения в качестве таковых могут служить здания и сооружения, пересечения дорог, посаженные в определенном порядке деревья и др. Постановка координат для опорных точек осуществлялась в проекции Pulkovo-1942, имеющей минимальные искажения для Ленинградской области. В качестве выходной проекции была выбрана географическая, как более распространенная и унифицированная. Результирующий геопривязанный растр в формате IMG или GeoTIFF размещался в геопортале отдельным слоем данных как показано на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Фотоснимок свалки на карьере (т. № 1), размещенный в геопортале отдельным слоем геоданных.

Обычные фотоснимки или фотоснимки, выполненные с летательных аппаратов под перспективным углом или при помощи искажающей линейные расстояния или углы камеры, что делает невозможной их географическую привязку, также были размещены в геопортале ЦНИИ

РТК. Эти снимки были помещены в атрибуты векторного слоя и отображаются по клику на конкретном объекте (рисунок 3.2).

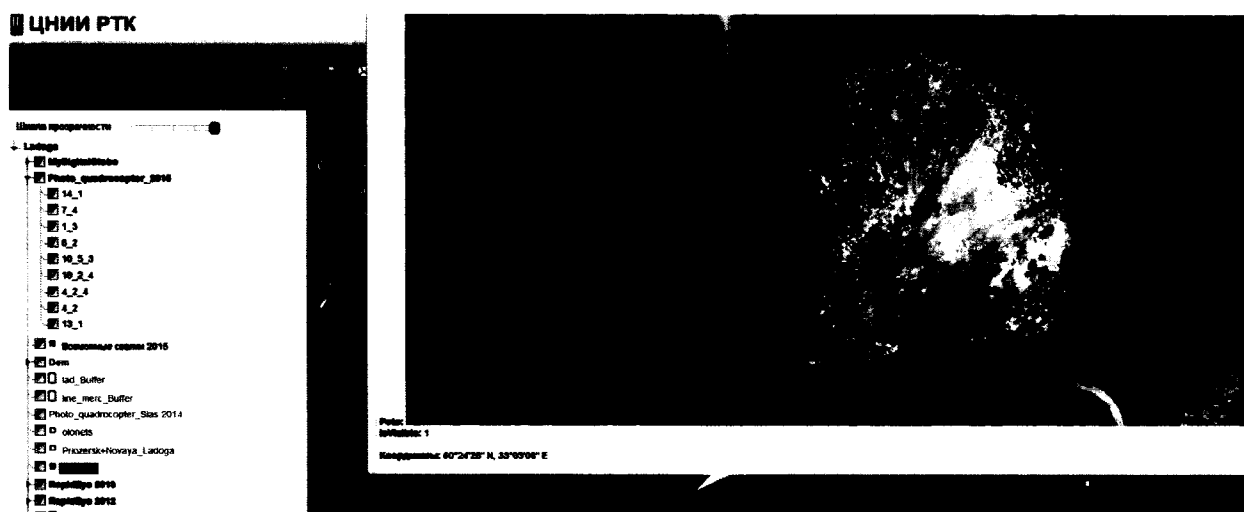


Рисунок 3.2 - Фотоснимок свалки (т. № 14), размещенный в геопортале в атрибутах векторного слоя.

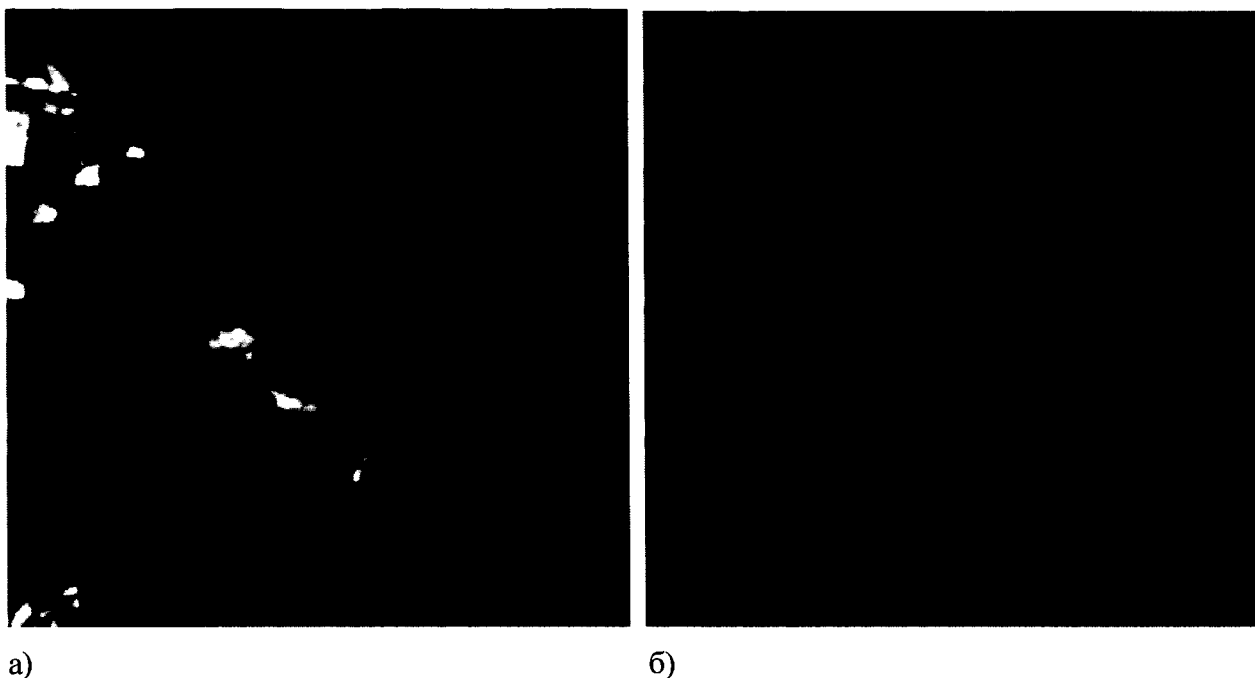
Геопортальная технология позволяет просматривать, корректировать данные проекта «Ladoga» в режиме реального времени при предоставлении доступа к проекту.

4 Анализ полученных результатов

В результате проведенного аэрокосмического мониторинга состояния южных берегов Ладожского озера в 2015 году были обнаружены опасные природно-техногенные объекты: полигоны ТБО, несанкционированные свалки и карьеры.

Полигоны ТБО

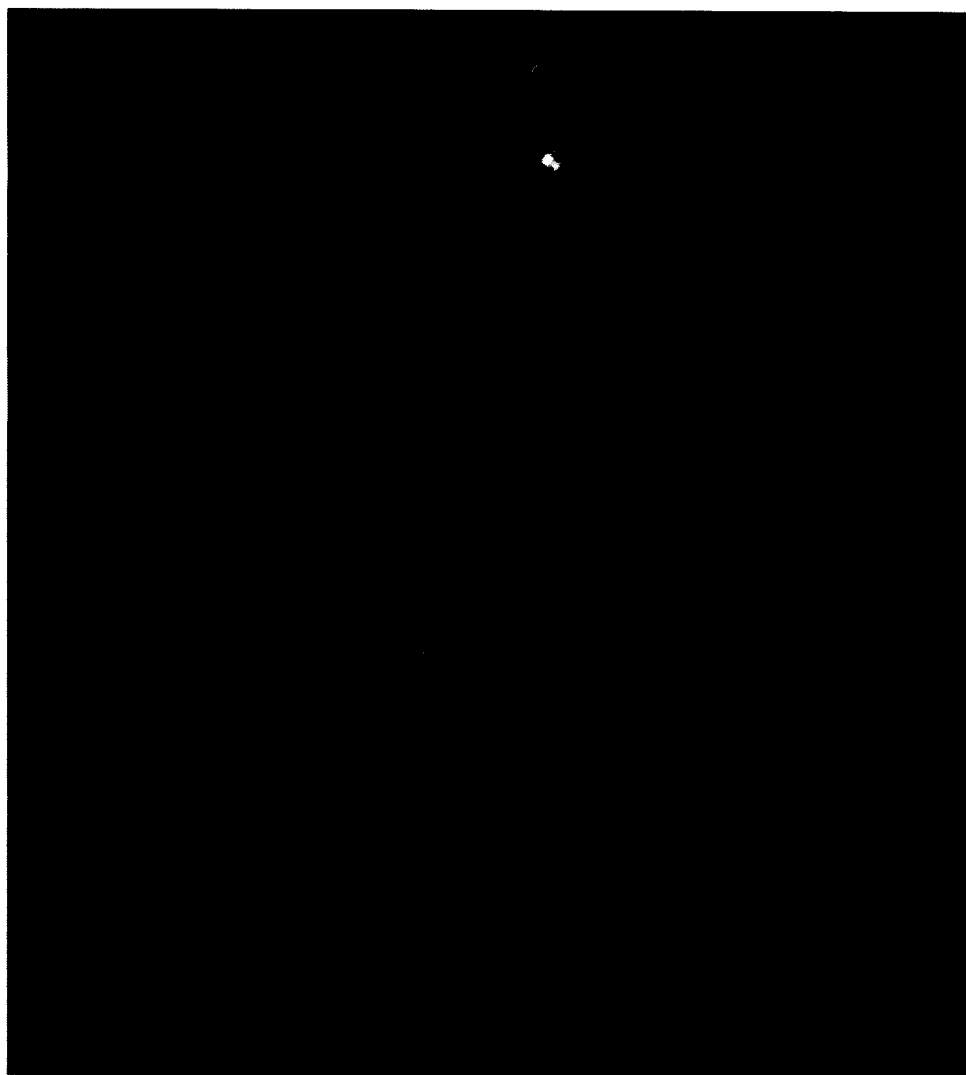
Контроль за состоянием полигона Сясьстрой (т. № 10) проводится по космической съемке с 2012 года. На рисунке 4.1 представлены изменения на полигоне твердых бытовых отходов, произошедшие с 2012 по 2013 гг. Площадь свалок увеличилась почти в 2 раза, заметно появление зон рекультивации на полигоне. Полигон имеет форму трапеции и ограничения по периметру сточными канавами. По правилам устройства полигонов ТБО размещены пункт охраны и подъездные пути. Наблюдения с БПЛА, проведенные в 2014 и 2015 гг. (рисунок 4.2) показали, что полигон пополняется отходами, а вблизи полигона угнетенный в 2014 году травянистый покров (возможно выжженный) полностью восстановлен. На рисунке 4.3 представлен полигон ТБО, расположенный вблизи деревни Кисельня (т. № 8). По данным маршрутных наблюдений (таблица 1) несанкционированной свалки южнее полигона ТБО, наличие которой предполагалось при проведении дешифрирования космических снимков, не обнаружено. На месте целеуказания обнаружен небольшой сильно эфтрофированный водоём.



а)

б)

Рисунок 4.1 - Изменения на полигоне ТБО п. Сясьстрой по данным космической съемки RapidEye 2012 (а) и 2013 (б) годов.



а)



б)

Рисунок 4.2 - Изменения на полигоне ТБО п. Сяьстрой (т. № 10) по данным аэросъемки 2014 (а) и 2015 (б) годов.

Дело в том, что водоемы, сильно загрязненные взвешенными веществами, имеют отражение в видимом диапазоне космической съемки схожее с обнаженным грунтом или асфальтовой поверхностью. В этом случае данные с БПЛА подтвердили наличие полигона ТБО и опровергли предположение о находящейся рядом с ним несанкционированной свалке отходов. Состояние полигона ТБО – хорошее, но канавы, окаймляющие полигон – сухие, поэтому проба воды, к сожалению, взята не была.



Рисунок 4.3 – Полигон ТБО вблизи д. Кисельня (т. № 8).

Несанкционированные свалки

Главную экологическую опасность для состояния береговой зоны Ладожского озера представляют несанкционированные свалки, которые и являются источниками загрязнения воды токсичными веществами. Как правило, свалки расположены вдоль дорог и для маскировки часто отгорожены от дорог лесной полосой. На рисунках 4.4. - 4.5 представлены несанкционированные свалки. Большая свалка у поселка Паша (рисунок 4.4) представляет собой участок с отсутствием растительности и подъездной дорогой, на котором наблюдаются многочисленные россыпи мусора.

Небольшая, трудноразличимая по космической съемке свалка (рисунок 4.5) была подтверждена снимками с БПЛА. Скопление разнородного мусора на этой свалке оценено в 15-20 м³ (таблица 1).

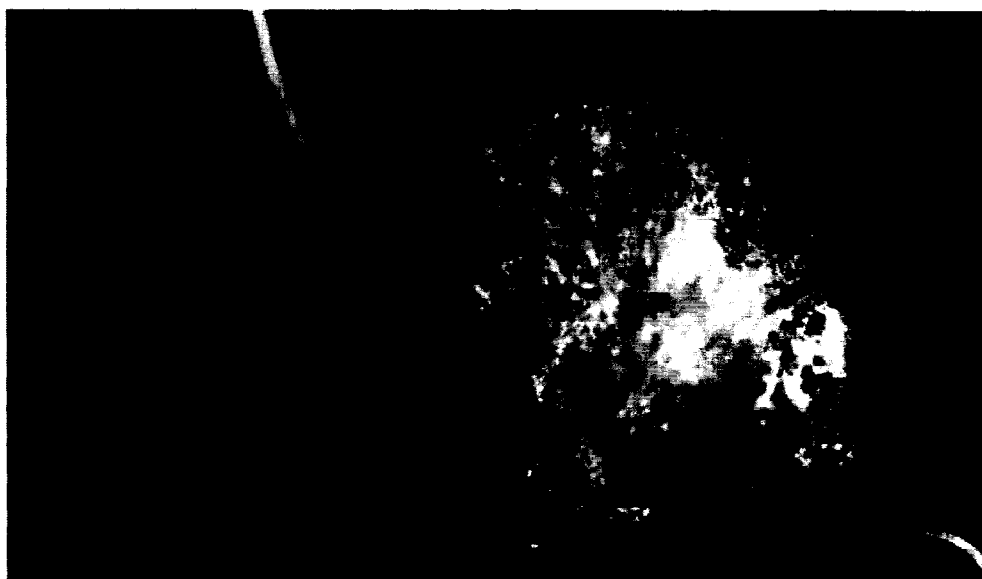


Рисунок 4.4 – Свалка вблизи поселка Паша и реки Кумбито (т. № 14).



Рисунок 4.5 – Свалка у дороги, вблизи реки Бозловка (т.№ 7).

Карьеры

Карьеры, как объекты береговой зоны могут создавать экологическую угрозу при развитии эрозионных процессов. Но в контексте данной работы интерес к обнаружению карьеров вызван легкой доступностью этих объектов для организации на их территории несанкционированных свалок. Подтверждением этому послужило обнаружение свалок на 2 карьерах из 4 обнаруженных. На рисунке 4.6 слева вид карьера на геопортальном слое со снимками RapidEye и обнаруженная по данным БПЛА свалка, справа – укрупненное изображение свалки. Всего было обнаружено 5-6 мест сброса мусора в этой части карьера.



Рисунок 4.6 – Свалки на карьере у поселка Приладожский (т. № 1).

Аналогичная ситуация наблюдалась и у поселка Путилово, где обследуемая территория включала несколько карьеров (рисунок 4.7). При проведении маршрутных исследований (таблица 1) было зафиксировано 5 мест сброса мусора общим объёмом 10-15 м³. Характер мусора - строительные отходы. Строительные отходы по данным ДЗЗ выглядят как яркие белые пятна.

В результате проведенного анализа данных ДЗЗ и маршрутных исследований всего выявлено 2 полигона ТБО и 5 несанкционированных свалок.




Рисунок 4.7 - Свалки на карьере у поселка Путилово (т. № 3).




5 Токсикологические исследования свалок твёрдых отходов


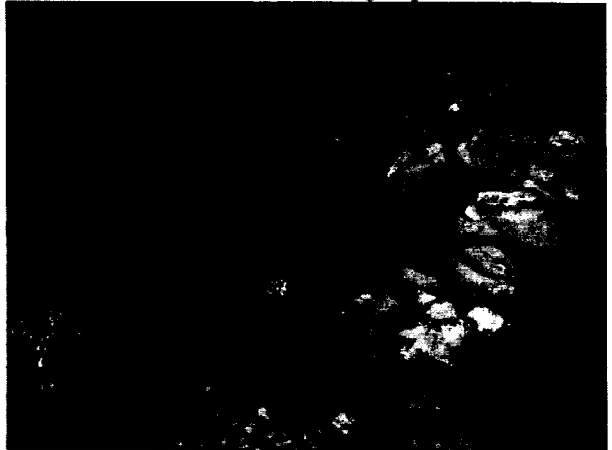
Острую токсичность проб воды определяли по стандартной методике в трёх повторностях по 10 дафний в каждой в соответствии с методическим руководством по биотестированию воды РД 118-02-90 (Таблица 5.1). В качестве контроля использовалась отстоянная дехлорированная вода, стандартно применяемая для содержания культуры дафний в лабораторных условиях. Наблюдение велось в течение 96 часов. Критерием острой токсичности являлась гибель 50% и более дафний по сравнению с контролем.

Биотестирование нетоксичных образцов после этого прекращалось. Пробы, проявившие острую токсичность подвергались последовательному разбавлению в 2; 4; 8 и т.д. раз водой, используемой в качестве контроля, после чего процедура биотестирования повторялась при каждом разбавлении.

Таблица 5.1 - Исследование свалок твердых отходов. Список проб воды на токсикологические исследования. Даты выезда: 18-19.06.2015

Номер точки	Место и координаты	Описание водотока, откуда взята проба	Номер банки	% гибели дафний в пробах в теч. 96 час.
001	пос. Приладожский	Ложбина, временный водоток, выработанная долина, сложенная супесями; вода бурая	№1	50
013	пос. Паша	Канавка по краю пустыря, песчаная; вода коричневая с радужной пленкой и с пылью на поверхности 	№3	30
014	пос. Паша	Канавка за дорогой, вдоль свалки; гумусовая вода, на поверхности растительный опад	№23	30

				
002	Путилово	Свалки нет, вспаханное поле, канавы сухие	-	
007	р. Безловка	Канавы вдоль дороги, часть твердых отходов в самой канаве; вода темно-коричневая, запах отсутствует	 №30	10
008	дер. Кисельня, (р. Песенка???)	Канавы искусственно вырытые, сухие	-	-
011	Р. Волгонка	Река на заметном удалении, проба воды не взята	-	-
010	Сясьстрой	Канавы рядом со свалкой отсутствуют	-	-
006	440 м от 005	Участок у дороги, канавы рядом нет	-	-
005	р. Лава	Проба взята из реки; вода гумифицированная, прозрачная	 №15	0

Рябиновка 2	Рябиновка	Песчаный карьер, рядом водотоков нет	-	-
Рябиновка	Рябиновка	Рядом песчаный карьер, р.Рябиновка, заиленное песчаное дно; прозрачная вода 	№20	30
Рябиновка 3	Рябиновка	Рядом песчаный карьер, р.Рябиновка, заиленное песчаное дно; прозрачная вода 	№27	10

На следующем этапе, с целью определения в токсичных пробах солей тяжёлых металлов, фосфорорганических и хлорорганических соединений и пестицидов из класса пиретроидов в пробы воды вводились их специфические антагонисты и биотестирование повторялось в их присутствии. В качестве индикаторного вещества для определения тяжёлых металлов использовали комплексообразователь унитиол, для фосфорорганических веществ – холинолитик атропин, для пиретроидов – блокатор кальциевых каналов нипагин и для хлорорганических соединений – препарат из группы бенздиазепинов диазепам. Также был использован раствор глюкозы (50мг/л) с целью выявления в пробах цианидов. Указанные препараты вводились в пробы в концентрациях, равных 1/10 их средних летальных концентраций для дафний. Критерием наличия в пробах того или иного класса токсикантов служило снижение гибели дафний ниже 50% в присутствии соответствующего индикаторного соединения по сравнению с пробами без него.

В ходе исследования проявила острую токсичность только проба из р. Назия, пос. Приладожский (точка 001), где гибель дафний достигала 50%. Разбавление данной пробы стандартной водой в 2 раза переводило её в разряд нетоксичных (гибель тест-объектов снижалась до 10 %). Введение в пробу индикаторных веществ не снижало её токсичность за исключением унитиола, применение которого позволяло снизить гибель дафний с 50 до 0%, что указывает на наличие в исследуемой воде солей тяжелых металлов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В целом методика контроля состояния берегов Ладожского озера на основе космических съёмок и тестовых наблюдений была апробирована в 2015 г. и результаты подтверждают возможность ее использования для проведения экологического мониторинга территорий:

1) Проведена верификация результатов обработки космической информации. Маршрутные исследования мест целеуказаний подтвердили правильность обнаружения по космической информации 9 точек из 13.

2) Материалы данных ДЗЗ (космической съемки и БПЛА) обработаны и на их основе составлены тематические слои, размещенные в геопортале.

3) Проведен анализ полученных результатов обработки съемки с БПЛА. Из опасных экологических объектов на территории южных берегов Ладожского озера выявлено 2 полигона ТБО и 5 несанкционированных свалок.

4) По оценке качества воды по отобраным пробам проявила острую токсичность только проба из р. Назия, пос. Приладожский (т. № 1), где гибель дафний достигала 50%.

5) Общая оценка качества воды – достаточно чисто.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Отчет «Разработка методики и оценка качества воды и состояния берегов Ладожского озера на основе космических съёмок и тестовых наблюдений» по теме 79.4 ФНИ по Государственному заданию СПбНЦ РАН в 2014–2016 г., 2014.

2 Румянцев В.А., Поздняков Ш.Р., Чичкова Е.Ф., Уличев В.И.. Основы методики контроля над объектами накопленного экологического ущерба // Перспективные направления развития науки в Петербурге. - СПб.: Санкт-Петербургский научный центр РАН, 2015. - С. 253-265.

3 <http://www.sovzond.ru/satellites/4279/4280.html>

4 <http://kosmosnimki.ru>

5 <http://geomixer.ru>

6 Уличев В.И., Чичкова Е.Ф., Дудаков М.О. Экологический контроль прибрежной части Ладожского озера на основе космического зондирования Земли и наблюдений с применением беспилотного летательного аппарата // География: Развитие науки и образования: *Коллективная монография* по материалам международной научно-практической конференции LXVIII Герценовские чтения – СПб.: РГПУ им. А.И.Герцена, 2015. – С. 208-212.

7 Уличев В.И., Чичкова Е.Ф., Дудаков М.О. Методика оценки экологического состояния водосбора Ладожского озера на основе космических съёмок и тестовых наблюдений с помощью беспилотного летательного аппарата // *Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Труды Четвёртой Всероссийской конференции с международным участием.* - М.: ИВП РАН, 2015. – С. 454-456.

**Статьи, опубликованные за 2015 год по теме № 0240-2014-0008
«Разработка методики и оценка качества вод и состояния берегов
Ладожского озера на основе космических съемок и тестовых
наблюдений».**

1. Румянцев В.А., Поздняков Ш.Р., Чичкова Е.Ф., Дудаков М.О., Батаршина А.Р., Цветков В.Ю., Анохин В.М. К методике контроля за объектами отложенного экологического ущерба. // «Управление экономическими системами: электронный журнал», ноябрь 2015; <http://www.uecs.ru>